

## AValiação DO DESEMPENHO DO NDVI E EVI2 PARA O MAPEAMENTO DE ÁREAS COM CULTIVO DE CACAU-CABRUCO NO SUL DA BAHIA

Hogana Sibilla Soares Póvoas<sup>1</sup>, Sarah Moura Batista dos Santos<sup>2</sup>, Alisson Lima<sup>3</sup>, Fabiane Souza Lima Medeiro<sup>4</sup>, Roger Torlay Pires<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Geógrafa, Mestranda em Ciências Ambientais, PPGM, UEFS, Feira de Santana-BA, hsp.geo@gmail.com

<sup>2</sup>Licenciada em Geografia, Mestre em Ciências Ambientais, Analista do Projeto MapBiomias, UEFS, Feira de Santana-BA, saamoura@gmail.com

<sup>3</sup>Engenheiro de Minas, Mestrando em Ciências Ambientais, PPGM, UEFS, Feira de Santana-BA, alisson\_gohome@hotmail.com

<sup>4</sup>Geógrafa, Mestranda em Ciências Ambientais, PPGM, UEFS, Feira de Santana-BA, fabyylimafsa@gmail.com

<sup>5</sup>Geógrafo, Mestrando em Ciências Ambientais, PPGM, UEFS, Feira de Santana-BA, rogetorlay@gmail.com

**RESUMO:** O estudo da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação é uma das principais aplicações do sensoriamento remoto. Diversos índices têm sido desenvolvidos visando a adequação às particularidades dos locais estudados. Na região Sul da Bahia existem áreas significativas de remanescentes florestais de Mata Atlântica concomitantemente a grandes extensões de plantio de cacau no sistema agroflorestal cabruca, gerando dificuldade no monitoramento por satélite, pois as reflectâncias desses alvos são bastante semelhantes. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi testar a eficiência dos índices de vegetação NDVI e EVI2 na distinção entre Cabruca e Floresta. Para isto, utilizamos uma imagem Landsat 8, na qual foram aplicados os índices NDVI e EVI2. Os resultados de ambos os índices de vegetação foram, então, classificados automaticamente para posterior validação, realizada com o auxílio de pontos de controle de campo e imagens WorldView. O NDVI apresentou saturação, demonstrando não ser um índice de vegetação indicado para a área estudada. Já o EVI2 se mostrou sensível às alterações dos dosséis e conseguiu separar duas classes de vegetação densa. Portanto, é possível explorar o potencial do EVI2 para auxiliar na diferenciação das classes Cabruca e Floresta.

**PALAVRAS-CHAVE:** índices de vegetação, Landsat 8, Mata Atlântica

**INTRODUÇÃO:** O estudo da vegetação é uma das principais aplicações do sensoriamento remoto, devido à grande importância dos recursos vegetais e, também, pela sensibilidade que os sensores possuem para captar informações biofísicas das plantas. Nas faixas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo a reflectância da vegetação é realçada, chegando a 90% de resposta espectral, o que suscitou o desenvolvimento de índices, que utilizam, principalmente, essas faixas na análise da cobertura vegetal. Assim, os índices de vegetação são medidas radiométricas adimensionais, que indicam a abundância relativa e atividade de vegetação fotossinteticamente ativa (HUETE, 2002). Diversos índices foram desenvolvidos com a finalidade de realçar diferentes feições da vegetação, considerando as particularidades de paisagens distintas. Nesse contexto, o Sul da Bahia se destaca pela presença de remanescentes de Mata Atlântica (MORAES, 2012), bioma considerado prioritário para a conservação a nível global, devido às grandes taxas de biodiversidade, seguidas de um intenso processo de degradação (MYERS, 2000). Nesta região, a principal atividade econômica é, historicamente, a lavoura do cacau, plantado no sistema agroflorestal cabruca. Este sistema conserva árvores de grande porte como sombreamento para o cacau, tendo importante função ambiental, ao permitir a manutenção de corredores ecológicos. Porém, nas imagens orbitais de resolução espacial moderada os alvos Cabruca e Floresta tem um comportamento espectral bastante semelhante, suscitando a investigação do potencial de índices de vegetação para sua separabilidade. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial dos índices de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e EVI2 (*Enhanced Vegetation Index 2*), na distinção das classes Floresta e Cabruca, contribuindo para o mapeamento de uso e cobertura do solo em áreas com cultivo de cacau-cabruca.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área de estudo deste trabalho corresponde à bacia hidrográfica do Almada, localizada na região Sul do estado da Bahia, entre as coordenadas geográficas 14° 26' e 14° 50' S e 39° 03' e 39° 44' W (Figura 1). A bacia possui uma área de 1572,46 km<sup>2</sup> e cobre total ou parcialmente o território dos municípios de Almadina, Coaraci, Ibicaraí, Barro Preto, Itajuípe, Itabuna,

Ilhéus e Uruçuca. Devido a sua localização geográfica, a bacia do Almada tem sua totalidade inserida no bioma Mata Atlântica e abriga significativa área de remanescentes florestais, bem como grande área do sistema agroflorestal Cabruca (GOMES et al., 2012).

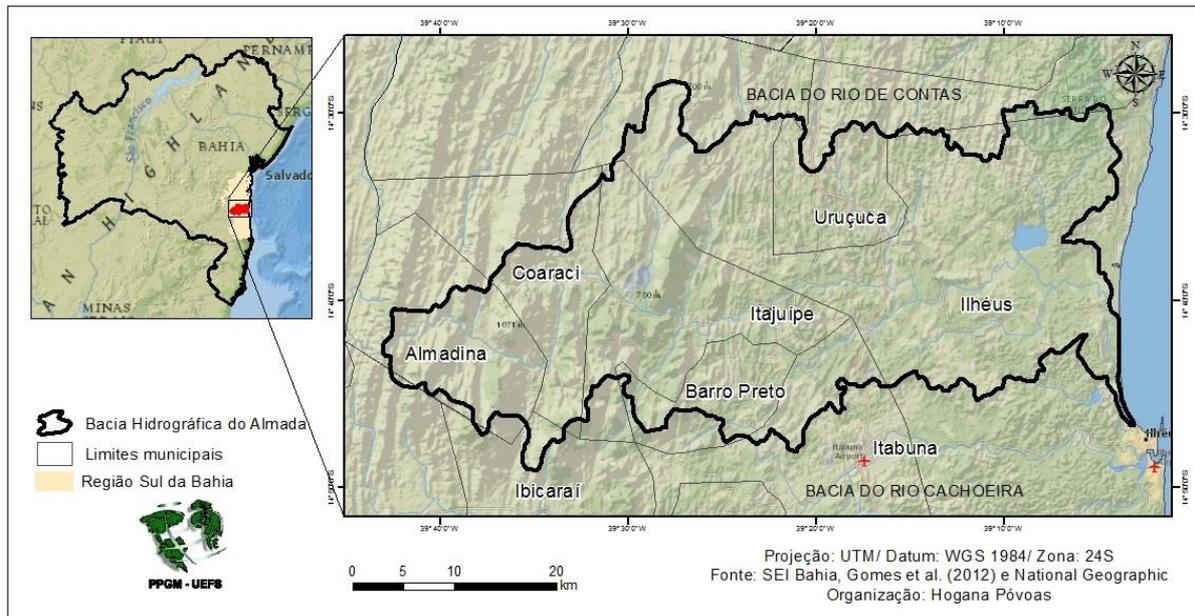


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Almada.

O primeiro procedimento metodológico foi a obtenção da imagem Landsat 8, sensor OLI, no site da USGS (*United States Geological Survey*). A imagem possui resolução espacial de 30 m e foram utilizadas as bandas 3 e 4, correspondentes às faixas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo. A órbita/ponto da imagem é 216/70, com aquisição no dia 16 de junho de 2016. Após a obtenção, foram feitos os pré-processamentos na imagem. A partir de um arquivo *shapefile* da área da bacia hidrográfica do Almada foi feito o recorte da imagem, que foi então calibrada radiometricamente para que os ND (números digitais) fossem transformados em valores de radiância. Para corrigir os efeitos da atmosfera foi aplicada uma correção atmosférica pelo método FLAASH, disponível no software ENVI 5.3, esta etapa gerou uma imagem com as informações de reflectância. Após os pré-processamentos, o NDVI foi aplicado na imagem (equação 1). Este é o índice mais amplamente utilizado nos estudos de vegetação, ele detém a habilidade para minimizar efeitos topográficos ao produzir uma escala linear de medida. O NDVI é calculado pela diferença de reflectância entre a faixa do infravermelho próximo e a do vermelho. Essa diferença é normalizada pela divisão da soma das faixas do infravermelho próximo e do vermelho.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (1)$$

Onde: NIR = Faixa do Infravermelho próximo/ RED = Faixa do Vermelho

A fim de realizar uma comparação com o resultado do NDVI, foi obtido também o EVI2 (equação 2) da imagem. O EVI2 foi desenvolvido com base em outro índice, o EVI (Índice de Vegetação Melhorado), que por sua vez é uma modificação do NDVI. O EVI foi criado para reduzir a influência do sinal do solo e da atmosfera sobre a resposta do dossel e utiliza além das bandas do vermelho e infravermelho próximo, a banda do azul para correção da banda vermelha quanto ao espalhamento atmosférico por aerossóis (PONZONI; SHIMABUKURO, 2007). Já o EVI2, anulou a utilização da banda do azul, minimizando, assim, distorções causadas pela atmosfera, já que essa banda é a mais sensível a essas variações, melhorando os resultados fornecidos pelo EVI (JIANG et al., 2008). O EVI2 é indicado quando a imagem passa por correção atmosférica e, por isso, optamos pela sua aplicação.

$$EVI2 = 2,5 [(NIR - RED) / (NIR + 2,4 * RED + 1)] \quad (2)$$

Para a separação das classes com base no NDVI e EVI2, inicialmente, foi utilizado o método de Jenks, ou método das quebras naturais, implementado no *software* ArcGIS 10.3. A nomenclatura das classes foi definida a partir do conhecimento prévio da área. Para a validação da classificação foram utilizados pontos coletados em campo e uma imagem WorldView, de 22 de junho de 2010, com 0,46 m de resolução espacial, disponibilizada pela empresa DigitalGlobe. Selecionamos uma área próxima à cidade de Itajuípe para validação das classes, visto que a área urbana não passou por expansão ou redução durante os anos de 2010 e 2016 (anos das imagens WorldView e Landsat, respectivamente), além disso, nesta área da imagem foram encontradas todas as classes definidas. As classes foram então reajustadas (Figura 2).

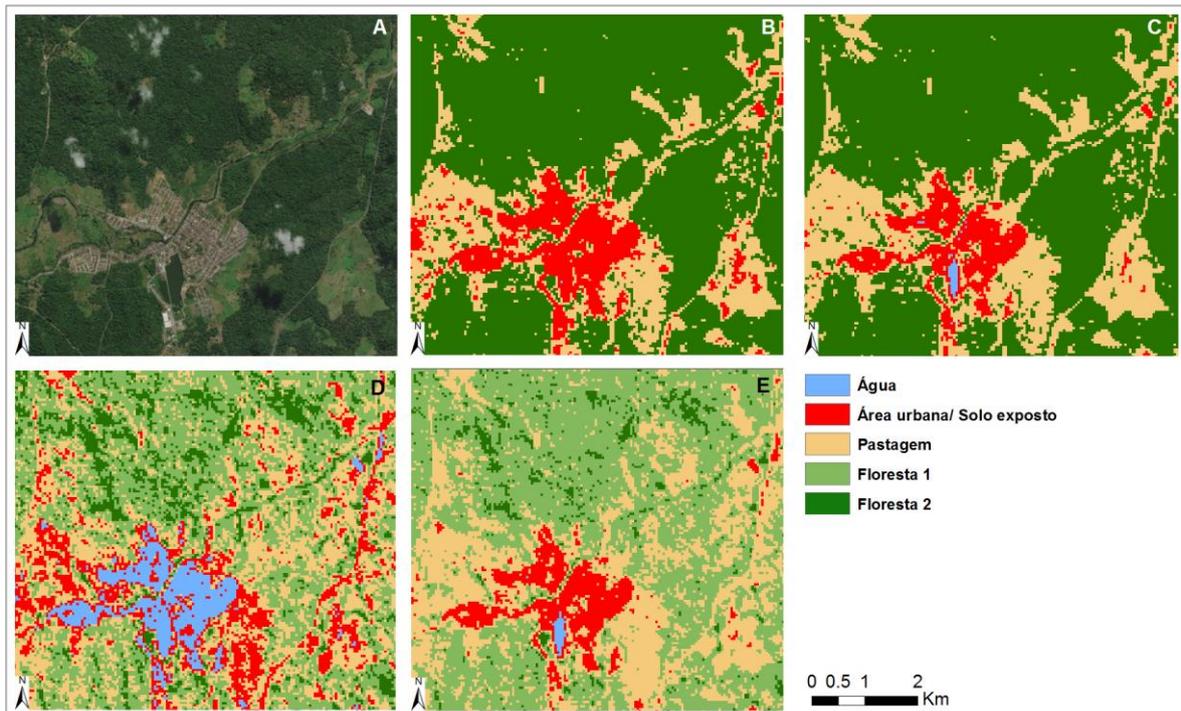


Figura 2 - Imagem WorldView da cidade de Itajuípe e entorno (A); NDVI classificado pelo método de Jenks (B); NDVI pós-validação (C); EVI2 classificado pelo método de Jenks (D); EVI2 pós-validação (E).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Com o resultado do NDVI foi possível a distinção de quatro classes. De acordo com Liu (2007), os valores negativos de NDVI representam as nuvens e sombras, os valores ao redor de zero representam solo exposto e os valores maiores do que zero representam a vegetação, de forma que os valores altos podem ser usados para inferir presença de vegetação mais densa ou vegetação em pleno vigor do crescimento. Logo, após a classificação pelo método de Jenks e consequente validação, as classes foram definidas da seguinte forma (Figura 3): (i) Água, com valores de -1 a 0; (ii) Área urbana/ Solo exposto, variando de 0,1 a 0,3; (iii) Pastagem, com valores entre 0,4 e 0,78 e; (iv) Floresta, variando de 0,79 a 1. Já com o EVI2 foi possível a identificação de cinco classes (Figura 4): (i) Água, com valores entre -0,2 até 0,03; (ii) Área urbana/ Solo exposto, variando entre 0,04 a 0,22; (iii) Pastagem, com valores entre 0,23 e 0,43; (iv) Floresta 1, variando entre 0,44 a 0,56 e; (v) Floresta 2, variando entre os valores de 0,57 e 0,88. Na Figura 5 são apresentados os histogramas de ambos os índices. No histograma do NDVI há elevada concentração de pixels próximos a 1, indicando a saturação dos valores deste índice para a vegetação densa. Já no histograma do EVI2 os pixels apresentam maior distribuição, apontando para um maior contraste na imagem resultante, o que possibilitou a discriminação de duas classes de vegetação densa.

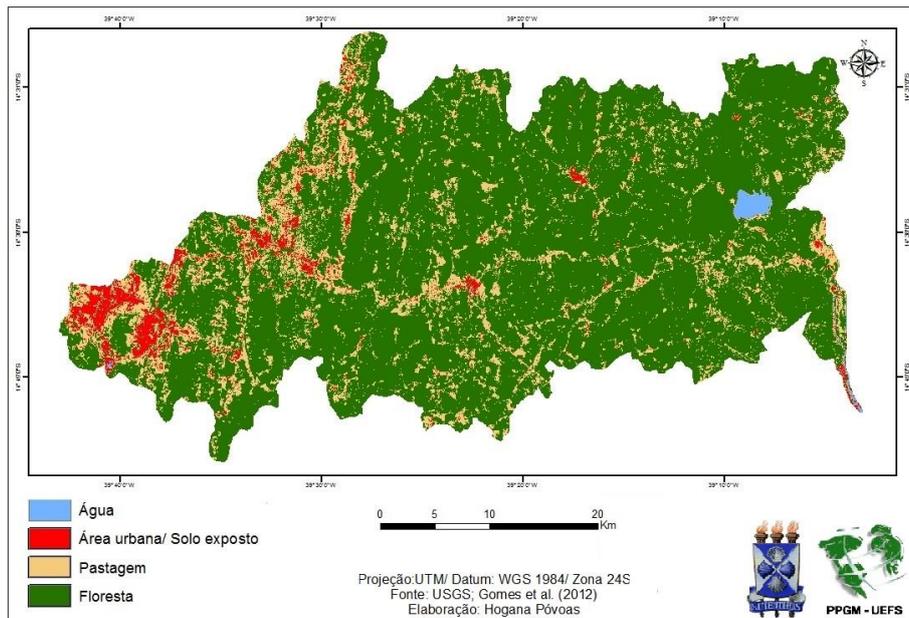


Figura 3 - Classificação com base no NDVI.

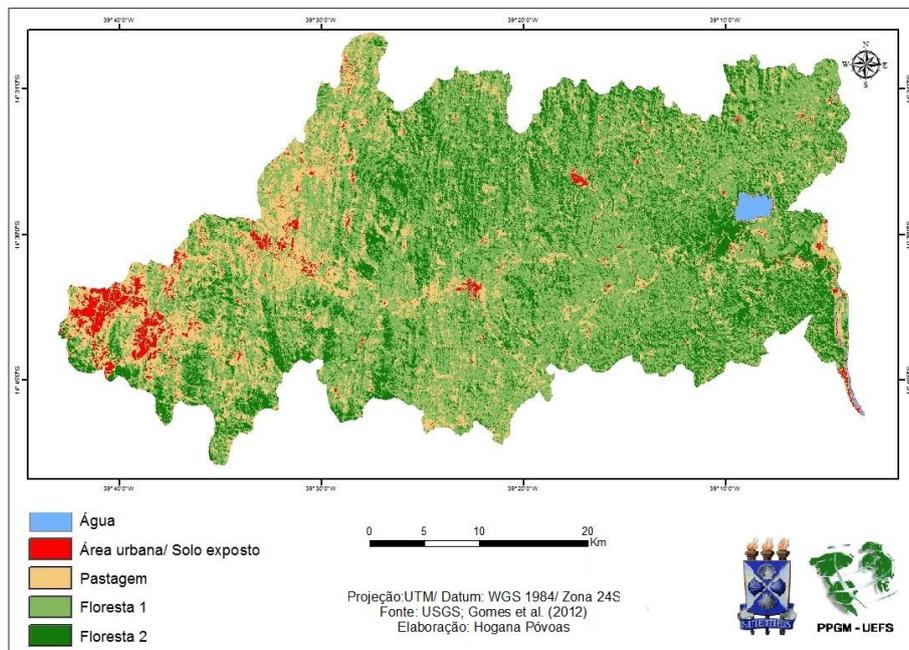


Figura 4 - Classificação com base no EVI2.

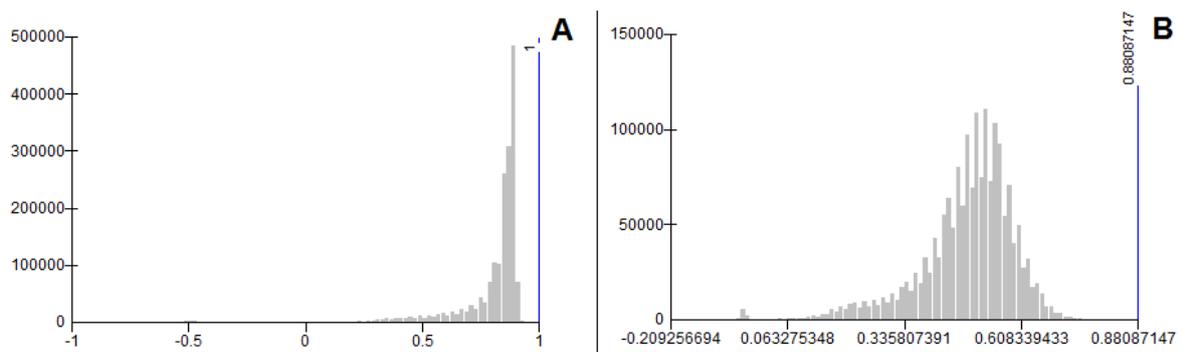


Figura 5 - Histograma do NDVI (A); Histograma do EVI2 (B).

Como o objetivo deste trabalho é auxiliar na distinção entre as áreas de Cabruca e Floresta, ambas com grande densidade de vegetação, o NDVI se mostrou pouco eficaz. A escolha pela aplicação do NDVI partiu do princípio de que este é o índice de vegetação empregado com maior frequência em estudos envolvendo o sensoriamento remoto da vegetação. Porém, foi observado que este índice não é uma opção apropriada para a área estudada, pois, em regiões com elevada biomassa, como a bacia hidrográfica do Almada, a eficiência do NDVI é baixa, devido ao fenômeno da saturação, isto o torna insensível ao aumento da densidade do dossel (FREITAS et al., 2005; PONZONI; SHIMABUKURO, 2007). O EVI2 possibilitou uma maior separabilidade das classes de vegetação mais densa (Floresta 1 e Floresta 2), o que demonstra maior sensibilidade à elevada biomassa contida na área, quando comparado ao NDVI. Diante disso o resultado do EVI2 para a bacia hidrográfica do Almada confirmou seu potencial com relação às diferenças na estrutura da vegetação, corroborando os trabalhos de Jiang et al. (2008) e Albuquerque et al. (2010). Para as demais classes os resultados de NDVI e EVI2 foram semelhantes.

**CONCLUSÕES:** Os resultados obtidos são exploratórios e correspondem a um dos testes realizados para o mapeamento de uso e cobertura da bacia hidrográfica do Almada, que se trata da separação das classes Cabruca e Floresta. O NDVI não se mostrou eficaz para o estudo da vegetação na área em estudo por apresentar alta saturação na resposta da vegetação e, embora o EVI2 tenha possibilitado a discriminação de dois tipos de vegetação densa, os resultados ainda não se mostram conclusivos para a separação das áreas de Cabruca e Floresta. Porém, há a possibilidade de testar a utilização da imagem EVI2 como uma banda auxiliar para a classificação do uso e cobertura do solo em áreas com cultivo de cacau-cabruca.

**AGRADECIMENTOS:** À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, pelo financiamento da pesquisa. À Universidade de Feira de Santana, em particular ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, por todo o suporte para a realização da pesquisa.

#### **REFERÊNCIAS:**

- ALBUQUERQUE, C. K. et al. Comparação do comportamento do NDVI e do EVI2- um novo índice de vegetação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3., 2010, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2010. p. 001-004.
- GOMES, R. L. et al. Aspectos físico-ambientais e de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Almada-BA. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 45-57, 2012.
- FREITAS, S. R. et al. Relationships between forest structure and vegetation indices in Atlantic Rainforest. **Forest Ecology and Management**, v. 218, p. 353-362, 2005.
- HUETE, A. R. et al. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, 83, 195–213, 2002.
- JIANG, Z. et al. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. **Remote sensing of Environment**, v. 112, p. 3833-3845, 2008.
- LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: Editora Uniderp. 2007. 880 p.
- MORAES, M. E. B et al. Análise da Paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Almada (BA) com base na fragmentação da vegetação. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, Uberlândia. 2012.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.
- PONZONI, F. J.; Y. E. SHIMABUKURO. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos: Editora Parêntese. 2007. 126 p.
- ROEDER, M. **Reconhecimento Climatológico**. Rio de Janeiro: Cartografia Cruzeiro do Sul, 1975. (Diagnóstico Sócio-Econômico da Região Cacaueira).